

TUDOMÁNYOS ELMÉLETEK HATÁSA A ZENEI FORMÁK MEGÚJULÁSÁRA KORTÁRS ZENESZERZŐK MŰVEIBEN¹

Grabócz Márta

E tanulmány arra az ellentmondásra szeretne rávilágítani, amely a muzikológiának a zenei formákról alkotott hagyományos elméletei² és a kortárs zeneszerzők által az 1970-es évektől alkalmazott új formák között feszül.

Az 1. fejezet a forma különféle – az esztétikában, a szemiotikában és a zenetudományban alkalmazott – „hagyományos” meghatározásaira koncentrál, míg a 2. fejezet a mechanisztikus megközelítésmódok kritikájával ismerteti meg az olvasót (André Souris munkáit szem előtt tartva). A 3. fejezet néhány újabb, a zeneszerzők által alkalmazott tudományos elméletet mutat be, a cikk további része pedig példákat hoz azon kortárs zenei formákra, amelyek újabb tudományos elméletek nyomán születtek, mint például a morfogenezis, a káoszelmélet, a spirál, a fraktálgeometria, az irodalmi-pszichológiai elemzés vagy a Lindenmayer-rendszerek.

1. Bevezetés: a forma meghatározása az esztétikában és a zenetudományban

A forma fogalma és meghatározása Platón és Arisztotelész óta rendszeresen újra meg újra felbukkan a tudományos diskurzusban, definíciói a tudomány fejlődésének megfelelően változnak (vö. Fagot-Largeault, 2012).

¹ A „Formes musicales sous influence des théories scientifiques dans les œuvres contemporaines” címmel a *Sémiotique et vécu musical. Du sens à l'expérience, de l'expérience au sens* c. kötetben (Costantino Maeder és Mark Reybrouck szerk., Leuven: Leuven University Press, 2016, 113–133. o.) megjelent tanulmány némileg átdolgozott változata.

² Ezek eredete a 18–19. századi tudományok mechanisztikus és organisztikus meghatározásaiban keresendő.

Idézzük fel Étienne Souriau esztétikai szótárának kategóriáit, hogy a formáról szóló reflexió lehetséges kereteit vázoljuk:

(I.) A térbeli külső forma; (II.) a forma általános külső aspektusból; (III.) a forma mint egy tárgy kialakítása, amelyet az őt alkotó elemek rendje, elhelyezkedése, egymáshoz való viszonya és arányai határoznak meg; (IV.) a formák mint az elrendezés, a szerveződés típusai és mint művészeti műfajok; (V.) a forma filozófiai koncepciói; (VI.) a „forma pszichológiája” (vö. Souriau, 1990, 760. o.).

A Felvilágosodás idején, 1751-ben megjelent *Enciklopédia*³ a következő kérdést veti fel: „a legkisebb részeknek milyen mértékű mozgásából, elrendeződéséből, elhelyezkedéséből és konfigurációjából tevődik össze a testek bármelyikének formája?” (idézi Changeux, 2012, 8. o.). Eszerint tehát „[a] formát meghatározhatjuk úgy [...], mint az egyszerű alkotóelemek térben és időben való szerveződését” – jegyzi meg Jean-Pierre Changeux a *La vie des formes et les formes de la vie* („A formák élete és az élet formái”) című többszerzős tanulmánykötet bevezetőjében (2012, 8. o.). Ugyanitt az idegtudományok területén működő szerző Armand de Ricqlès és Jean Gayon (2009, 105. o.) darwinista keretekben megfogalmazott definícióját idézi, mely szerint a „forma lényege az egyes rendszerek [...] elemeikre bontása és az őket jellemző szabályszerűségek beazonosítása (megfeleltetve ez utóbbiakat az elméleti alapelveknek)”.

Algirdas Julien Greimas és Joseph Courtés szemiotikai szótára (1979, 155. o.) pedig az alábbi módon vezeti be a forma fogalmát:

A *forma* kifejezés változatos, sokoldalú használatában tükröződik gyakorlatilag a nyugati gondolkodás egész története. [...] A forma fogalma ugyanis az arisztotelészi hagyományokból örökölte kitüntetett helyét az ismeretelméletben: szembeállítva az anyaggal, amelynek »formáját adja«, teljességgel »megformázva« a megismerhető tárgyat, a forma az, ami annak állandóságáért és azonosságáért kezekszik. Ebben az alapvető értelemben tehát a forma láthatóan közel áll a mi struktúrafelfogásunkhoz.

³ Diderot és D’Alembert szerkesztésében.

A forma kérdésének szentelt tudományos munkák jelenleg megkülönböztetik az élettelen és az élő testek alaktanát (vö. Bouligand, Castellengo és mások, 1994, 67–75. o.). Amennyiben pedig a forma zenei meghatározásait vesszük szemügyre, bevezetésként idézhetjük a *The Oxford Companion to Music*ban olvasható definíciót: „Formán egy zenemű különböző elemeinek – hangmagasság, ritmus, dinamika, hangszín – szerveződésmódját értjük, abból a célból, hogy az koherens egységet teremtsen a hallgató számára. A »forma« szó meghatározása évszázadokon át számos esztétikai vita tárgyát képezte, és zenei kontextusban nem választható el a tartalomtól.”⁴

Hugo Riemann (1882) szerint: „Legfőbb követelménye minden formálásnak, így a zeneinek is, az egység; ennek esztétikai hatása azonban csak az ellentétek, kontrasztok és konfliktusok segítségével bontakozhat ki maradéktalanul.” (Brockhaus–Riemann, 1983, 590. o.). A zenei forma fogalmának Schoenberg (1967, 1. o.) által adott megfogalmazása az organikus definíciókra támaszkodó keretben helyezhető el:

Esztétikai értelemben a forma a mű *szervezettségét* jelenti, azt, hogy elemei az élő *szervezethez* hasonlóan működnek együtt. [...] A forma akkor követhető értelmileg, ha *logikus* és *összefüggő*, ha a zenei gondolatokat benső összefüggéseiket alapul véve mutatja be, fejleszti tovább és kapcsolja egymáshoz, miközben fontosságuk és funkciójuk szerint különbséget tesz közöttük. (1971, 19. o.)

Az organicizmusra történő hivatkozás ellenére – melyben anélkül, hogy bárki is megnevezné, mindenki Goethe-re és a növények morfogenezisééről alkotott elméletére támaszkodik (ld. Goethe, 1790, 2005) – a zene formai kereteinek leírása mind a mai napig a „mechanisztikusnak” nevezett tudományos kategóriához kötődik (lásd az olyan nagy lexikonok formával kapcsolatos címszavait, mint a *The Oxford Companion to Music*, a *Grove Music Online*, a *Die Musik in Geschichte und Gegenwart: MGG Online* stb.).

⁴ „Form can be said to be the way in which the various elements in a piece of music– its pitches, rhythms, dynamics, timbre – are organized in order to make it coherent to a listener. The definition of the word ‘form’ has been the subject of aesthetic debate for centuries, and in a musical context ‘form’ cannot be separated from content”(Arnold, Latham & Dunsby, 2016).

2. A zenei forma újabb megközelítései

Ebből a merev, hagyományos rendszerből – főleg az 1970-es évektől kezdődően – mindenekelőtt a kortárs zeneszerzők próbáltak kitörni (hogyan csak néhányat említsünk, sok más név mellett:⁵ François-Bernard Mâche (*1935), Francis Dhomont (*1926), Jean-Claude Risset (1938–2016), Pascal Dusapin (*1955), Hugues Dufourt (*1943), Tristan Murail (*1947), Costin Miereanu (*1943), François Bayle (*1932), Philippe Manoury (*1952), Alberto Posadas (*1967), Hector Parra (*1976) stb. E komponisták gyakran olvasnak tudományos munkákat: Tristan Murailt Benoît Mandelbrot és James Gleick fraktálgeometriája érdekli; Costin Miereanu figyelme a katasztrófaelmélet – mint afféle félig narratív struktúra – felé irányul Jean Petitot értelmezésében; François-Bernard Mâche-t a természeti és a zoomuzikológia szerinti archetípusok (fenotípusok és genotípusok) foglalkoztatják; François Bayle Whitehead metafizikájához kötődik (az együttes növekedés fogalma); Philippe Manoury és Alberto Posadas az L-rendszerekre, másképpen Lindenmayer-rendszerekre hivatkozik (a magyar származású biológus, Lindenmayer Arisztid egy később róla elnevezett matematikai modellt dolgozott ki a növények növekedésének leírására); Francis Dhomont Marthe Robert Kafkával kapcsolatos narratív stilisztikai és pszichológiai kutatásaira támaszkodva dolgozik; Hector Parra asztrofizikai elméleteket aknáz ki stb.

E zeneszerzők érzik (és tudják), hogy új zenei matériát és nyelvet teremtenek, mint például a komputerrel szintetizált hangzásokat vagy az elektroakusztikusan manipulált hangokat; a fizikai vagy akusztikai modellek alapján létrehozott instrumentális vagy „kevert” hangspektrumokat; a természeti modellek hangfelvételeinek elemzése nyomán előállított hangokat. Azt is tudják, hogy ezeknek az új hangzó komplexumoknak, illetve hangzásoknak a felhasználása nem felelhet meg a régi makrostruktúráknak, az *„élő szervezethez hasonlóan működő”, „logikus és összefüggő”* formai artikulációnak, amely a barokk korszakot követően honosodott meg a nyugati zenében. Így aztán ezek a zeneszerzők a mi világunknak és a legújabb tudományos felfedezéseknek megfelelő formai keretek megteremtésével próbálkoznak.

A kortárs zeneszerzők által támasztott kihívások megfelelő bemutatásához mindenekelőtt szükséges áttekintenünk a forma kérdéséről szóló legújabb tudományos munkákat. Franciaországban az 1990-es évektől a tudományos kutatók több publikációt

⁵ Kizárólag olyan zeneszerzők nevét emelem ki, akiknek a műveit már elemeztem.

szenteltek „az élet formájának”, illetve „a formák életének”. Elsősorban az alábbiakra gondolok:

- (1.) *Les sciences de la forme aujourd'hui* („A forma tudományai mai szemmel”, E. Noël, 1994);
- (2.) Jean Petitot-tól a *Morphologie et esthétique* („Morfológia és esztétika”, 2004);
- (3.) egy fontos, a formák eredetének szentelt többszerzős kötet Paul Bourguine és Annick Lesne gondozásában (*Morphogenèse. L'origine des formes* / „Morfogenezis. A formák eredete”, 2006);
- (4.) Az Emmanuel Rix és Marcel Formosa által szerkesztett *Sémiotique générale du temps dans les arts* („Az idő általános szemiotikája a művészetekben”) című tudományos szimpóziumot követően publikált előadások (Rix, E. és Formosa, M., 2008),
- (5.) illetve a nemrég Jean-Pierre Changeux szerkesztésében kiadott könyv: *La vie des formes et les formes de la vie* („A formák élete és az élet formái”, 2012), mely kötet a Collège de France által 2011-ben szervezett és a forma kérdéseinek szentelt konferencia előadásait tartalmazza.

A zenei formákra vonatkozóan nem hagyhatjuk figyelmen kívül André Souris zeneszerző és zeneesztéta látnoki írásait, aki már az 1950-es, 1960-as évektől fogva bírálta a „mechanisztikus szellemű elméleteket”, és egyfajta biológiai gondolkodásmódot állított előtérbe, ami eredetiséget kölcsönöz a Gestalt-elméletnek (*Gestalttheorie*).

A Gestalt-elmélet egy olyan állításon alapul, amely homlokegyenest ellentétes az alkotóelemekre bontás elvével: nem a részek határozzák meg az egészet, hanem éppenséggel *az egész az, ami meghatározza a részeket*. [...] Itt a forma már nem a tartalomtól [*contenu*] elkülöníthető keret vagy tartály [*contenant*]. Nincs többé sem tartalom, sem „tartály”, a régi különbségtétel forma és anyag között elfogadhatatlanná vált. A formák szerves, egyéni arculattal rendelkező egységek, amelyek térben és időben körülhatároltak; azon funkciók összességei, amelyeket kizárólag a szerveződés szabályai határoznak meg. *A Gestalt-elmélet legfőbb feladata az, hogy felfedezze és megfogalmazza ezeket a szabályokat*. Ma azonban

még nemigen lehetséges a fizika és a pszichológia területén felfedezett szerveződési szabályok átvitele a zene területére. (1976, 26–27. o. *Kiemelések tőlem* – G. M.)

André Souris ugyanakkor a *gestaltizmus* bírálatát is kifejtette (Ruyer munkáit folytatva, azokra építve, 1958). Ő volt talán az első, aki a zenei formák elméletének dinamikus szemléletét követelte. „A formáról gondolkodva, a jelenlegi legfontosabb téma az aktivitás (akció) elsődleges szerepe”, jelentette ki 1976-ban. „A gestaltisták formáinak világa teljességgel determinálnak tűnik; egyfelől tökéletesen kiegyensúlyozott, másfelől statikus, élettelen. Szerintük a formákat már eleve kész, automatikusan működő kapcsolatok alkotják”. (Souris, 1976, 252. o.). Souris ezzel szemben új megközelítést javasol. Ez az elemzés

már nem abból állna, hogy egyes önkényesen választott rendszerek statisztikai normáinak megfelelően értelmezzük a formákat, hanem épp ellenkezőleg: minden formát a maga saját formájával kapcsolatban kellene vizsgálni. [...] *Egy forma egyedisége, kivételessége a szokatlan összefüggések létrehozásában rejlik. [...] Akár egy olyan pedagógia is megszülethetne, amely a konkrét formák megközelítésén alapul.* (Souris, 1976, 253. o.)

André Souris eszerint a formaelmélet „kreatív” megközelítését javasolta. Még nem tudhatta, hogy ezzel egy időben, az 1960-as, 1970-es években a természeti jelenségek tudományos elemzési módszereinek köszönhetően már megkezdődött az új zenei formák kialakítása és komponálása (lásd pl. François-Bernard Mâche „hangzó naturalizmusát” és első „spektrális” művét⁶ 1964-től, majd 1973 után a spektrális zene irányzatát, illetve divatját az *Ensemble Itinéraire* tevékenysége nyomán).

3. A közelmúlt tudományos elméletei

A forma kérdéséről való természettudományos gondolkodás útját végigjárva az alábbi szakaszok rajzolódnak ki, amelyek a Franciaországban 1937-ben Paul Guillaume által

⁶ F.-B. Mâche: *Le son d'une voix* 15 hangszerre, a darab Paul Éluard egy verséről készült hangfelvétel szonogram-elemzésének átiratát realizálja.

bevezetett Gestalt-elméletet váltották fel. Az itt következő felsorolás összhangban van zenetudományi tevékenységünkkel, abban az értelemben, miszerint az elméleti fejlődésnek azon periódusait emeli ki, amelyeket a zenei gyakorlat diktál.

- (1.) 1966 körül: a morfodinamika, a morfogenezis, *a katasztrófaelmélet és a morfológiai modellek* felfedezése (René Thom könyve és cikkei, aki 1966 körül folytatta D'Arcy Wentworth Thompson 1917-es kutatásait; illetve ezek továbbfejlesztése az esztétikában és a szemiotikában Jean Petitot révén 1985-től stb.). Ez az elmélet kontinuos (folyamatos) matematikai modellek segítségével törekszik a diszkontinuos jelenségek leírására.

[A katasztrófaelmélet] „számos fizikai, kémiai, biológiai, gazdasági, sőt szociológiai vagy nyelvi helyzetre alkalmazható. [...] Valójában akcióelmélet, mivel *a javasolt modellek egy rendszernek különböző stimulusokra adott válaszait vizsgálja*. Az alkalmazott matematikai eszköz a differenciálegyenletek elmélete. [...] Ennek alaptétele hét alapvető katasztrófa létezését állapítja meg. Ezek mindegyikéhez katasztrófák meghatározott együttese társul, amelyet morfológiaileg egy felszín [*surface*] jellemez. Több „természeti” forma rekonstruálható ezen alapvető katasztrófák kombinációja révén” (Ekeland, 1977, 745. o.).

- (2.) Az 1970-es években: a *káoszelmélet* (annak „elméleti” vagy „szisztematizált” formájának felbukkanása) lehetővé teszi olyan instabil dinamikus rendszerek leírását, mint amilyen például a bolygók mozgása vagy a meteorológiai változások. Ilya Prigogine tétele szerint (többek között) az instabilitás és különösképpen a káosz rákényszerít bennünket a természet törvényeinek újrafogalmazására (Prigogine, 1993). A természettudós a káosz törvényeit *fontos paradigmaváltásként magyarázza a tudománytörténetben*. A káosz lényegi szerepe, hangsúlyozza Prigogine, a természet leírásának minden szintjén megnyilvánul, a mikroszkopikus szinttől, a makroszkopikus világon át egészen a kozmológiai szintig. Káoszról nagyon különböző jelenségek kapcsán beszélhetünk, ugyanakkor Prigogine figyelme elsősorban az anyag viselkedésének „alapvetőnek” mondott leírására összpontosul.

A káosz mindig valamifajta instabilitás következménye. [...] A fizika érdeklődési körébe tartozó rendszerek többsége, legyen szó akár a klasszikus mechanikáról, akár a kvantummechanikáról, instabil rendszer. Az ilyen rendszerekben egy kis zavar felerősödik, és a kezdetben szomszédos pályák széttartóvá válnak. Az instabilitás új, alapvető szempontokat vezetett be. (Prigogine, 1993, 18. o.)

- (3.) 1975-tel kezdődően: Benoît Mandelbrot *elméletileg megalapozza a fraktálgeometriát*. A „fraktál” jelző olyan „geometriai alakzatra vagy természetes tárgyra utal, amely az alábbi jellemzőket egyesíti: (a) Az alakzat részeinek formája vagy szerkezete megegyezik az egész formájával, leszámítva, hogy más skálán helyezkednek el, és enyhén deformálódhatnak. (b) Az alakzat formája vagy szélsőségesen szabálytalan, vagy extrém módon szaggatott, illetve fragmentált, bármekkora legyen is a vizsgálati skála. (c) Az alakzat olyan »megkülönböztető elemeket« tartalmaz, amelyek léptéke igen változatos és széles skálán mozog” (vö. Mandelbrot, 1975, 154. o.).
- (4.) 1968 után: Lindenmayer Arisztid a sejtfelődés kölcsönhatásain alapuló matematikai modelleket fedez fel (ezt a biológiai fejlődésen alapuló formaelméletet nevezzük *L-rendszereknek*, vö. Giavitto és Spicher, 2006). A magyar származású biológus által megfogalmazott Lindenmayer-rendszer tehát olyan forma-grammatika, amelynek lényege a növények, valamint a baktériumok fejlődésének és osztódásfolyamatának modellálása. Ez lényegében a generatív grammatika egy formája. Egy L-rendszer szabályok és szimbólumok összessége, amelyek az élőlények – így a növények vagy sejtek – növekedési folyamatát modellálják. Az L-rendszerek központi eleme az újráírás fogalma; ez az eljárás lehetővé teszi összetett objektumok létrehozását azáltal, hogy egy kezdetben egyszerű tárgy részeit helyettesíti más részekkel, felhasználva eközben az újráírás szabályait (vö. Prusinkiewicz és Hanan, 1989).
- (5.) Az egyik legutóbbi kötet a forma kérdéseinek szentelt területen Jean-Pierre Changeux szerkesztésében jelent meg (2012). A bevezetésben az agykutató professzor az alábbi módon különbözteti meg a formakategóriákat: (a) a formák genezisének darwini modellje; (b) a fizika formái; (c) az agy formái; (d)

matematikai formák és esztétikai formák. Ez a gyűjteményes kötet a Collège de France-ban 2011-ben megrendezett szimpóziumot követően jelent meg. Az említett négy fenti kategóriába sorolt szerzők a gondolkodás legújabb kereteit próbálják kijelölni, amelyek jelentős módon ösztönözhetik a formával kapcsolatos kutatásokat.

Tanulmányomban a következőkben néhány olyan új zenei formát mutatok be Mâche, Mioreanu, Murail, Dhomont és Posadas műveiből, amelyek a természettudományokból vagy a 20. századi szövegelemzésből merítettek ihletet (igyekszem mindenütt a zenei struktúrák grafikus vagy vizuális megjelenítésére támaszkodni azoknak az ábráknak a segítségével, amelyeket maguk a zeneszerzők bocsátottak rendelkezésemre).⁷

4. A spirál – François-Bernard Mâche: *Taranis*, 2005 (énekkarra, nagyzenekarra és narrátorra, a szerző saját költeményére)

Jean-Pierre Saunier filozófus, a keleti mitológiák és vallások szakértője (valamint természetfotós), Émile Noëllel folytatott beszélgetését (*Les sciences de la forme aujourd'hui*, 1994) a formák szimbolikus megközelítésének szentelte, ezen belül pedig a *spirálforma* jelentését és használatát állította előtérbe. E kérdés három szempontból közelíthető meg: egyrészt a természetben fellelhető alakzatként, másrészt különböző civilizációkban a megismerés jelképeként (vagyis a kollektív tudattalan egyik elemeként), harmadrészt a biológiai kutatásokban felbukkanó alapstruktúraként.

E fejezet (a 13., „Formes et symboles”/„Formák és jelképek”, 165–175. o.), rávilágít, hogy számos természeti képződményben találkozunk spirállal, egészen a galaxisokig, mely esetben két alakzat közül egy biztosan spirál formájú. E természeti formák pedig roppant nagy hatással voltak a kultúrákra, a civilizációkra és a mitológiákra. Szinte valamennyi társadalom igyekezett a belsőségek labirintusába

⁷ Őszinte köszönettel tartozom nekik, amiért rendelkezésemre bocsátották a kompozícióik vázlatait, illetve megismertettek azok vizuális partitúrájával.

hatolva felfedni az élet titkát, rájönni annak értelmére. Jövendőmondók, püthiák (jósnők), augurok (madárjósok) tanulmányozták „a belsőségek labirintusának” csigavonalait.

Ezek a spirálok ugyanakkor szimbolikusan jelzik a megismeréshez való viszonyt: az istenek el akarták rejteni a tudást az ember elől. Hogy a tudásra szert tegyünk, le kell küzdenünk a labirintust, fel kell kapaszkodnunk a spirálon, csakis így juthatunk el az alapelvhez, az egységhez. [...] Ám a spirál nem csupán a tudattalanunkban lakozik, szintén jelen van minden egyes sejtünkben, ahogyan azt a DNS kettős spiráljának szerkezete mutatja; ennek felfedezéséért kapott Crick és Watson 1962-ben Nobel-díjat. [...] A spirális formát tehát megtalálhatjuk saját sejtjeinktől kezdve a margaréta virágjának belsején át egészen a galaxisokig. (vö. Noël, 1994, 166–167. o.).

Aligha véletlen, hogy François-Bernard Mâche zeneszerző (*1935), a „hangzó naturalizmusnak” („*naturalisme sonore*”) nevezett irányzat megteremtője, több művében is érdeklődést mutat a spirálforma iránt (*Éridan*, *Octuor*, *Taranis*). A 2005-ben komponált *Taranis* című művéhez (egyfajta profán oratóriumhoz) írott kommentárjait idézzük:

A zene olykor minden más művészetnél inkább enged bepillantást az idő egy új dimenziójába, ahol is minden egyidejűleg (egyszerre) van jelen. Ezt a paradoxont egy olyan szöveg révén próbáltam érzékeltetni, amelynek ötszintes formájában kirajzolódna múlt és jövő lehetetlen felszámolása. Néhány képet Szeferisz nagyszerű költeményéből vettem át (a címe *A ciszterna*), s ezek olyan jelentéssel töltődtek, mely által alkalmasakká válnak [...] a lineáris idő ciklikus időben történő feloldására, e metafizikai utópia megjelenítésére. Taranis (kelta istenség) rejtélyes alak, mintha megtestesítené a mozdulatlan időnek ezt a paradoxonát, ugyanis két attribútuma – a kerék és a villámcsapás – egyszerre mutatja őt az ismétlődés és a katasztrófa előidézőjének. [...] *A költemény és a zene kibontakozása spirális formát követ*, egy olyan archetípust, amelyet az *Éridan* (1986) című kvartettem óta már több alkalommal is felhasználtam. Így tehát *minden visszatér (kivéve azokat a szakaszokat, amelyek egy új csigamenetet határoznak meg), ám az anyagok minden egyes ismétlődéssel egyre távolabb kerülnek a fellelhetetlen eredetitől.* (Mâche, 2012, 304. Kiemelés tőlem – G. M.). (lásd az 1. ábrát)

Taranis

Mielőtt lett kezdet, nem volt jövő
Nem volt kora reggel soha
 A ciszterna kerengőjében
 Csillagok nem látják meg magukat
 Napraforgók sem mártóznak a fényben
Első fecske sem volt soha
Sem évszakok, de az idő sugárzik
 Jelen van mint a tenger
 Kabócaciripelés közt
 Majd váratlan ránk tör a csönd
 A ciszterna rejtekében
 Szélbe vesző sikolyok
 Mebénított küzdelmek
 Röpke nyugalmas pillanatok
Mielőtt lett reménység, igyekezet
Kibontakozott már
 Sorsok kopogásává
 Egy pillanatra arcok ragyognak fel
 És süllyednek a halmozódó feledésbe
 Mely jelen van emlékezetként
 Mikor a pillanat heve
 Átcsap nyers bizonytalanba
 Csöndes árnyékba fulladnak a kiáltások
 A villámok fénye csak tompa lámpást táplál
 Hol vannak a fények, hol vannak a hangok?
 Ki építette e ciszternát?
 Mily vágy hajtotta?
 Ki nyitja meg s mely Nap
 Sugarainak?
 Jelen van folyóhomokként
 Mikor egy út nem vezet sehova
 Víz át a sivatagon
 Cseppenként pereg szét a keserű tömeg
 S a mozdulatlan magány
 A készlet kimeríthetetlen
Mielőtt kezdődne a kaland
Teljes már világ
[...]

1. ábra: A „Taranis” című vers kezdete a zeneszerző által adott spirális formában (Mâche, 2012, 204. o.)

5. Morfogenezis, katasztrófaelmélet – Costin Mioreanu: *Labyrinthes*

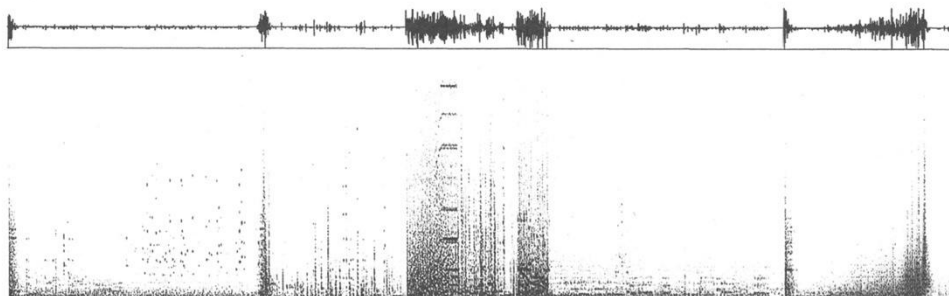
d'Adrien [Adrien labirintusai], 1981 (hangszeregyüttesre és elektronikus hangszerekre)

Costin Mioreanu (*1943) zeneszerzőt a Jean Petitot (1985, 2004) által bemutatott *morfogenezis* tana és a *katasztrófaelmélet* ihlette, amelyek nemlineáris dinamikai rendszerekkel foglalkoznak; ezek viselkedését a kutatók matematikai, illetve statisztikai modellek segítségével írják le. A katasztrófaelmélet – mint szó volt róla – valójában akcióelmélet: a javasolt modellek egy rendszernek különböző stimulusokra adott válaszait vizsgálják. René Thom, a katasztrófaelmélet atyja szerint a „katasztrófa” azt a helyet, azt a fizikai pontot jelöli, ahol váratlan változás következik be. Katasztrófáról akkor beszélünk, ha a függvény egyik változójában egy kis változás, módosulás, a másik változóban hirtelen nagy változáshoz vezet.⁸

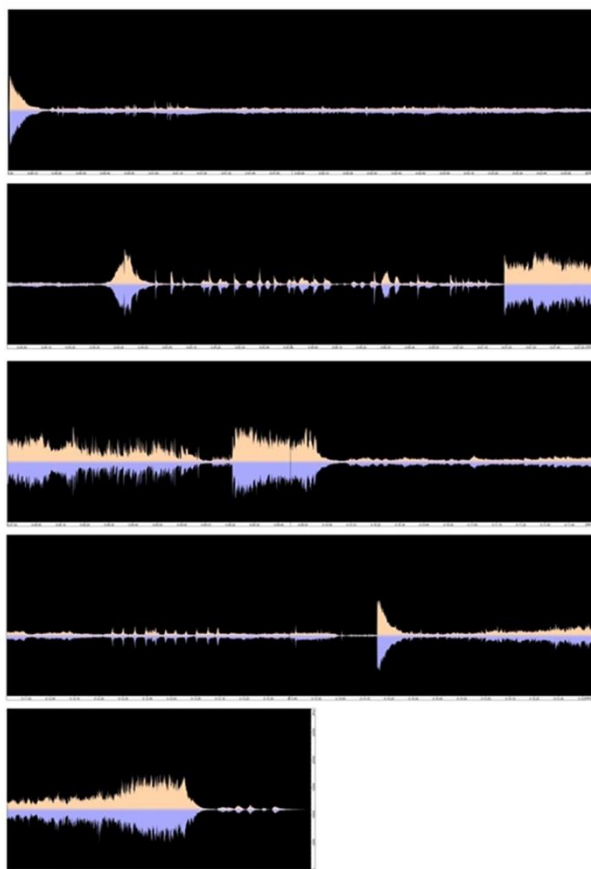
A következő rajz (2. ábra) a 17 perc 40 másodperces darab makrostruktúráját, teljes időbeli lezajlását ábrázolja: a képet az *Acousmographe* elnevezésű számítógépes program segítségével állítottuk elő (az abszcissza, az x tengely, az időt jeleníti meg, az ordináta, az y tengely pedig a frekvenciákat, a besötétített terület az erősebb dinamikát jelzi). A művet hallgatva és az ábrát tanulmányozva megértjük a katasztrófaelmélet felől érkező inspirációt. Voltaképpen „egy rendszernek különböző stimulusokra adott válaszai” válnak itt zenévé. A múlt zenei alkotásaival ellentétben, amelyek fokozatosan építették fel a mű közepén megjelenő csúcspontot vagy a végső megérkezés pillanatát, a *Labyrinthes d'Adrien* című darab egy sokkoló, váratlan robbanással kezdődik. A forma első szakasza „hatástalanítja” ezt a detonációt, szétbontja a rendet megzavaró jelenséget azáltal, hogy felbomlasztja, leépíti annak zenei elemeit. A második szakaszt egy újabb, ezúttal azonban kisebb erejű robbanás vezeti be, majd ez a rész is leépíti a „detonációt”, ezután pedig – átmenetileg visszatérve a hagyományokhoz – egy kulminációs pont felé irányuló fejlődést indít el, mely csúcspontot a darab közepén éri el (lásd a 2. ábrát). A szokatlan zenei forma két utolsó robbanását egy utolsó előtti, „akvatikus” jellegű, hullámzó szakasz készíti elő. Ebben a folyamatban – a *nouveau roman*hoz hasonlóan –

⁸ A nemlineáris rendszerek időbeli viselkedéséről, a kaotikus mozgás szokatlan sajátosságairól magyar nyelven Tél Tamás fizikus „[A káosz természetrajza](#)” című cikke ad nagyon jó ismertetést (*A természet világa*, 129. évf., 9. sz., 1998. szeptember, 386–388. o., utolsó megtekintés: 2018. szeptember 6.)

nincs semmiféle vezérfonal, csupán bolyongunk egy meglepetésekkel teli, ismeretlen tájban.



2. ábra: A *Labyrinthes d'Adrien* makrostruktúrájának „Acousmographie” számítógépes programmal készült sémája (a 17 perc 40 másodperces darab lezajlásának teljes képe egy oldalon)



3. ábra: A *Labyrinthes d'Adrien* egy másik „Acousmographie”-os ábrázolása öt szakaszban (készítette Ludovic Bargheon 1998-ban)

6. Fraktálgeometria, káoszelmélet – Tristan Murail: *Allégories* [Allegóriák], 1990 (fuvolára [és piccolóra], B klarinéttra, kürtre, hegedűre, gordonkára, ütőhangszerekre és a hangszintézist egyidejűleg (realtime) megvalósító apparátusra (billentyűzettel irányított számítógéphangok)

Tristan Murail (*1947) 1991-ben az IRCAM-ban tartott előadásainak tanúsága szerint az *Allégories* komponálása idején James Gleick *Káosz – Egy új tudomány születése* (1987, 2004) című könyvét olvasta, és annak hatása alatt állt.

1997-ben Bernard Sapoval francia fizikus a következőképpen ismertette a fraktálgeometria újdonságait.

Egy új nyelvezet, nevezetesen a fraktálgeometriai nyelvezet megszületésének vagyunk tanúi, mely sajátos szimmetriával rendelkező tárgyakat ír le. Ebben a geometriában a részek hasonlítanak az egészre, egyfajta táguláshoz hasonló módon. Vagyis, pontosabban, az „egyetemes” rendszerek többsége rendelkezik ezzel a dilatációs szimmetriával. A fraktálok és az egyetemesség (univerzalitás) kiváló eszközök a jelenségek osztályozására, és jelentős előrelépést hoznak a komplexitás egyszerűsítésében. A fraktálgeometria a nagyon szabálytalan rendszerek leírásának és megértésének nélkülözhetetlen eszközévé vált (vö. Sapoval bevezetésével, 1997, 3. o.).

A különböző felbontások által okozott problémák leírására javasolta Benoît Mandelbrot a fraktálok használatát. Az ő meghatározása szerint minden olyan görbe vagy felszín fraktál, amely a felbontástól függetlenül többé-kevésbé ugyanúgy fest. Ez a tulajdonság, (az *önhasonlóság*) azt jelenti, hogy a görbe bármely részét felnagyítva az eredetivel azonos görbét kapunk. Így az egyik felbontásról a másikra való átmenetet egy iterációs eljárással is jellemezhetjük.⁹

Szilágyi Enikő pedig így mutatja be a fraktálokat:

A Koch-görbéhez hasonló alakzatokat fraktáloknak nevezzük. Jellemző rájuk, hogy nagyon tagoltak, így nincs pontosan kiszámítható kerületük, felületük,

⁹ Vö. [David G. Green: „Mik a fraktálok?”](#), 1995 (utolsó megtekintés: 2018. szeptember 6.).

valamint általában önhasználóak. Önhasználóak akkor nevezünk egy alakzatot, ha a mérési pontosságot finomítva ugyanolyan szerkezettel találkozunk, mint a finomítás előtt. Ezt a tulajdonságot szokás még fraktál tulajdonságnak is nevezni, de a természetben felbukkanó fraktálokra általában csak bizonyos nagyságrendig jellemző.”¹⁰

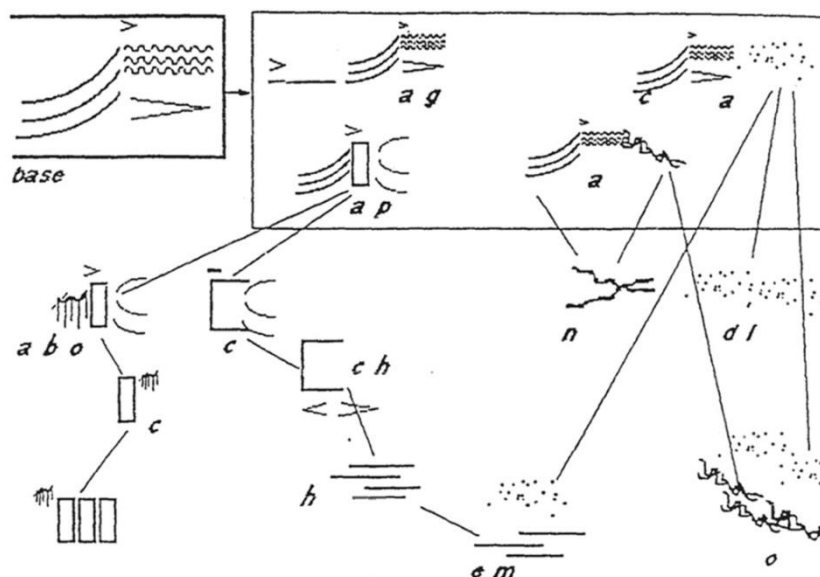
Tristan Murail az alábbiakat írja az *Allégories* bemutatójának programfüzetében (1991):

Az *Allégories* koncepciója az [...], hogy a forma kibontakozásában nagy mérvű rugalmasságra, mobilitásra törekedjünk. A „folyamat” fogalma (az egyik hangzó állapot fokozatos átmenete egy másikba) így kibővül: minden hangzó esemény processzusnak tekinthető. *E folyamatokat addig sűrítjük, mígnem azok egyetlen gesztussá vagy hanggá nem válnak, vagy létrehozatunk olyan processzusokat, amelyek a folyamatok kibontakozását irányítják...* újjáteremtve ezáltal egy valóságos zenei diskurzust, miközben sikeresen elkerüljük, hogy az – a múlt felidézésével – a tematikus vagy motivikus fejlesztésre épüljön. A folyamatok olykor éppen csak vázlatosak, kivonatoltak, felgyorsítottak, jelképesek, ilyenkor a zene a rejtett folyamat allegóriájaként működik. Az idő végül nem egyenes vonalban, hanem spirálisan halad: a zenei anyag arra törekszik, hogy örökösen visszatérjen önmagához, miközben a folyamatjátékban folytonosan változtatja a formáját. *Így aztán a kezdeti „megszólalás” tulajdonképp már teljes egészében tartalmazza a darabot. (Kiemelések tőlem – G. M.)*

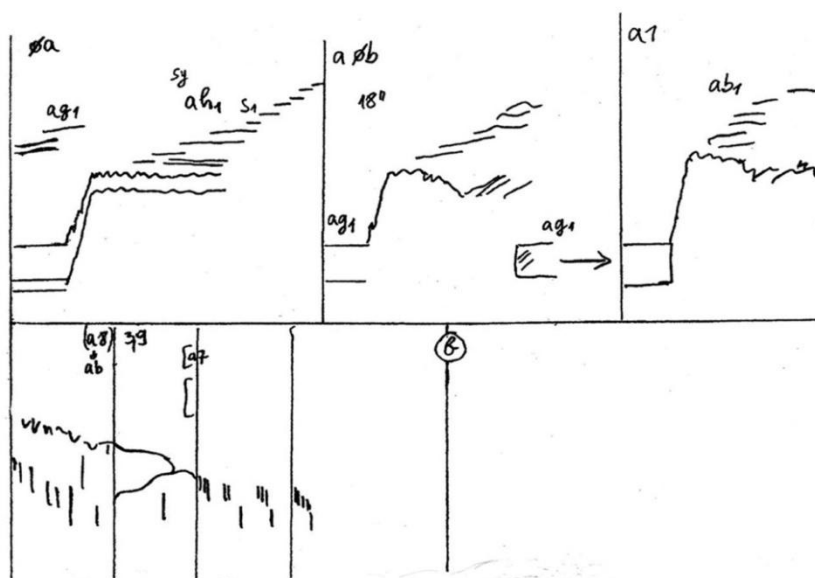
A zeneszerző itt nem említi ugyan a „fraktál” szót, mindössze a „folyamatok kibontakozásáról” beszél, illetve azt állítja, hogy „a kezdeti képlet már szinte teljes egészében tartalmazza a darabot” (ez a „zenei képlet”, illetve gesztus egy trillában végződő „rakétamotívumból” avagy „felszálló mozgásból” áll, lásd a 4. ábra elejét). De Murail az 1991-ben tartott előadásában kifejtette, hogy a 17 perces darab annak *minden szintjén, a forma minden léptékén* ugyanarra a kezdeti alakzatra épül (azaz a rakétagesztusra és a trillára – lásd a 4. ábrát). Ezek a formszintek a nagyobbaktól a kisebbek felé haladva a következők: makrostruktúra; egy szakasz struktúrája; egy „téma” vagy zenei gondolat formája, illetve a hangspektrumok torzulásának formája a mű különböző

¹⁰ [Szilágyi Enikő: Kaotikus rendszerek](#), Budapest: ELTE TTK, 2012, 16. o. (utolsó megtekintés: 2018. szeptember 6.)

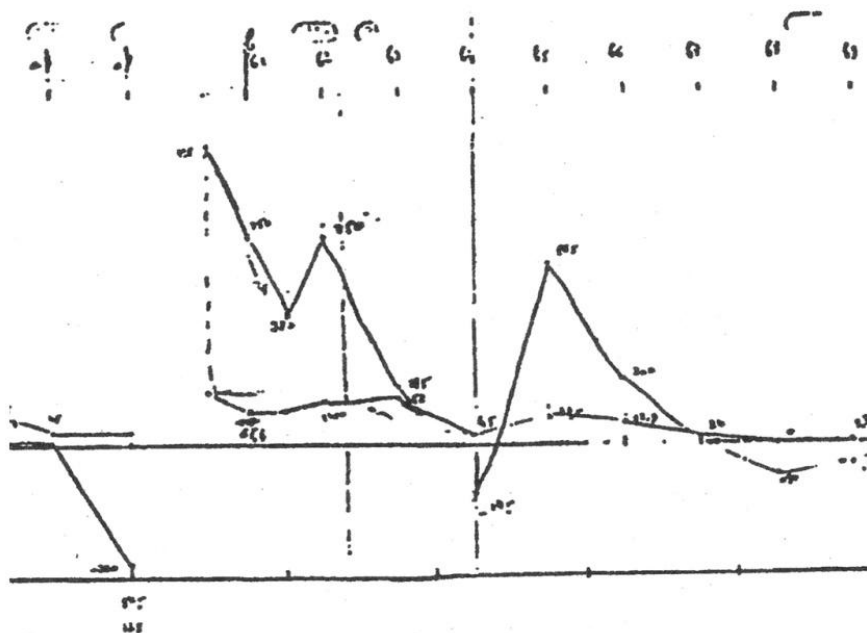
szakaszaiban (a darab 16 szakaszra tagolódik, amelyeket *a*-tól *s*-ig az ábécé betűi jelölnek). Lásd a 4., 5. és 6. ábrát.



4. ábra: Tristan Murail: *Allégories* (1990) – a kezdő téma és annak variánsai, ahogyan a mű szakaszai követik egymást az *a*-tól a *p* szakaszig. A zeneszerző által készített vázlat, 1991



5. ábra: Tristan Murail: *Allégories* (1990) – a darab első két formaszakaszának rajza (*a-b*). (Grabócz Márta ábrája a szerző vázlatai alapján)



6. ábra: Tristan Murail: *Allégories* (1990) – a hangspektrumok torzulásának előrehaladásával létrejövő forma (b szakasz) – A zeneszerző vázlata

Tudomásunk szerint az *Allégories* című mű a fraktálgeometria elméletének és tanulságainak az egyik első zenei megvalósítása. A tudományos inspiráción túl – vagy annak ellenére –, e sorok írója szerint ez a darab az 1990-es évek egyik legszebb zeneműve.

7. A pszichológiai és irodalmi modell – Francis Dhomont: *Études pour Kafka* [Kafka-tanulmányok] – n° 2 *Brief an den Vater* („Levél apámhoz”, 17 perc 2 másodperces elektroakusztikus zene – 2005–2006)

Francis Dhomont (*1926) 1997 óta folyamatosan kutatja Franz Kafka világát és személyiségét. Irodalmi és akusztikai vizsgálódásait, valamint a kafkai témák impresszionista megközelítését Marthe Robert *Seul, comme Franz Kafka* („Egyedül, mint Kafka”, 1979) című könyvének pszichológiai-irodalmi elemzései vezérelték. A fejezetcímbe említett ciklus („Kafka-tanulmányok”) három etűdje voltaképpen előzetes kutatásként szolgál a *Le cri du Choucas* (2014–15) című darabjához („A csóka kiáltása” – a *Choucas*, azaz a „csóka”, a cseh *Kavka* név francia fordítása, e hollófőle

madár képmása díszelgett Hermann Kafka, Franz Kafka apja boltjának cégérén). Ez utóbbi, fontos elektroakusztikus művet Brüsszelben mutatták be a „L’Espace du son” (*A hang tere*) fesztivál keretében, 2014 októberében (első verzió).

Mint Dhomont írja, a 2. etűdben, amely a *Lettre au père* („Levél Apámhoz”) címet viseli,

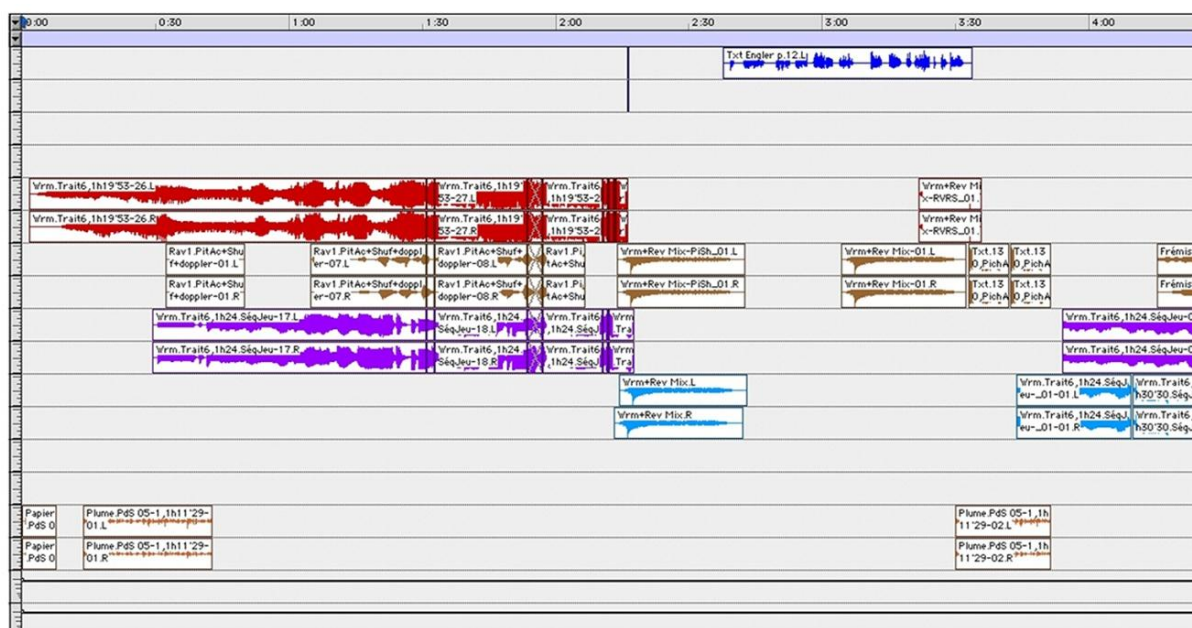
természetesen arról a híres levélről van szó, amelyet Franz Kafka 1919 novemberében írt apjának, ám végül soha nem küldött el neki. Ebből a hosszú vádiratból azonban mindössze néhány mondatot ragadtam ki. Azért választottam épp ezeket, mert bennük elég nyilvánvalóan összegződnek azok a sérelmek, amelyeket Kafka felemleget apjának, mindenekelőtt pedig azért, mert felfedik az író szorongásait, s azt a formát, amelyben azok megfogalmazódtak, s melyek egyszersmind irodalmi témáinak szubsztrátumát alkották.

Már több mint tizenkét éve, hogy egy hosszabb művön dolgozom, a *Le cri du Choucas*-n, amelyet az írónak és műveinek szenteltem. Mit mondhatnék hát ma erről a „levélről”? Meglepve állok e hibrid lény előtt, amely egyszerre zene és hangjáték (*Hörspiel*): hangok bukkannak fel benne, szavak, gondolatok, képek, és mintha meg akarna szabadulni minden ismert zenei műfajtól. Így aztán „próbálkozásaim”, „esszéim” közé sorolom [...].

Egy szót a hangok „materiológiájáról”. Martin Engler színész hangján kívül (narráció az előtérben) a különféle hangzó anyagokat Hans Tutschku német zeneszerző hangjának felvételéből kiindulva hoztuk létre, olykor vokális elemekként, máskor pedig elektroakusztikus hangzássá átalakítva. Kafka kíméletlen és megalkuvást nem tűrő panasza, érdes, tétovázó és egyáltalán nem vonzó hanganyagot követelt. Így hát vállaltam ezt a kockázatot.¹¹

A darab tehát a levél szövegének elemzésén alapul, valamint a Kafka-életmű tanulmányozására is épül, Marthe Robert írásai és a zeneszerző olvasata nyomán. Az alábbi példa (lásd a 7. ábrát) a darab kezdetét ábrázolja a Protools számítógépprogram segítségével:

¹¹ A zeneszerző által írt kísérőszöveg az „Études pour Kafka” CD-felvételéhez, Empreintes Digitales, 2009, IMED 09102.



7. ábra: Francis Dhomont: *Brief an den Vater (Études pour Kafka*
n° 2), 0'–5' perc

A „felvett és manipulált *warum*”¹² („miért”) szó [*Wrm.Trait6*-ként jelölve a Protools keverőpartitúrán] afféle vezérmotívumként („Leitmotiv”) bukkan fel különböző formákban az etűd során. A „*Rav. 1 Pit.Ac+Shu...*” elnevezést viselő „szólam” egy hangsávnak felel meg, amely a zeneszerző stúdiójában régóta fellelhető. Egy másik hangzó réteg váltakozva tartalmaz felvett papírzörgést és tollsercegést, ami a levélírás fizikai mozzanatára utal [*Papier. Pds.0; Plume. Pds05-1*].

Egy későbbi pillanatban (2 perc 32 másodpercnél) indul a Kafka-levél olvasása Martin Engler hangján [*Txt Engler p.12L*].

Ezt a szigorú szövegelemzésen és „impresszionista” megközelítésen alapuló zenét igen pontosan ábrázolja (avagy teszi láthatóvá) egy „keverőpartitúra”, amely több szint tartalmaz: ezáltal a hagyományos partitúránál jobban követhetővé teszi az egymás fölé helyezett elektroakusztikus és „konkrét” hangzó anyagok lezajlásának folyamatát.

¹² A „warum”, azaz a „miért”, Kafka levelének kulcsszava. Íme a levél kezdetének eredeti, német szövege: „Du hast mich letzthin einmal gefragt, warum ich behaupte, ich hätte Furcht vor Dir. Ich wusste Dir, wie gewöhnlich, nichts zu antworten, zum Teil eben aus der Furcht, die ich vor Dir habe, zum Teil deshalb, weil zur Begründung dieser Furcht zu viele Einzelheiten gehören, als dass ich sie im Reden halbwegs zusammenhalten könnte...” [A minap egyszer megkérdezted, miért állítom azt, hogy félek Tőled. Mint rendesen, ezúttal sem tudtam, mit feleljek, részint épp Tőled féltemben, részint meg azért, mert e félelmet sokkal több körülmény indokolja, semhogy élőszóval részletezve akár félig-meddig is összefoglalhatnám. – Szabó Ede ford.]

8. Az L-rendszerek elmélete – Alberto Posadas: „Arborescencias”

[Elágazások], 2006, a *Liturgia fractal* [Fraktál-liturgia] című

vonósnégyes 4. tétele

Az 1980-as évek végén Alberto Posadas (*1967) Madridban Francisco Guerrero zeneszerző tanítványa volt, aki új zenei formák felfedezését tanította a fraktálgeometria és más matematikai modellek által ihletett technikák alkalmazása révén.

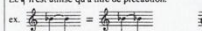
A *Liturgia fractal* (Fraktál-liturgia) öttételes, ciklikus mű vonósnégyesre (a teljes ciklus befejezésének éve 2008), melynek minden tétele más és más fraktálmodellt alkalmaz. A kompozíció a „természetes képződményként” látott ciklus elgondolásán alapszik. Az ön hasonlóság (fraktál) és a hangterjedés (a hanghullám, illetve frekvencia) elvét kombinálva egy olyan hangzás keresése tükröződik benne, amely a természeti organizmusok mintájára fejlődik.

A 4., *Arborescencias* („Elágazások”) címet viselő tételt tekinthetjük akár önálló, vonósnégyesre írott műnek is, koncepciója szerint ugyanis a szóló hegedű és a vonós trió egy képzeletbeli versenymű szellemét idézi. A darab az első hegedű két kadenciája körül szerveződik: a többi hangszer fokozatosan csúszik bele a második kadenciába, s játékuk körbefonja a szóló hegedű játékát. Számos, a természetben megfigyelhető, a fa elágazásához hasonló folyamat mutat olyan növekedési sémát, amelyet a Lindenmayer-rendszerek (L-rendszerek) írnak le. Ezekben egy adott organizmus minden „szegmense” mindenkor az öt megelőző szakasz formájától és méretétől függ. Az *Arborescencias* című tételben a zeneszerző ezt a fa módjára elágazó szerkezetet (illetve annak modellezését) az időtényezőre alkalmazta. A zenei anyag időbeli eloszlása minden szakaszban az előtte elhangzó rész időtartamától függ, éppúgy, mint a növények esetében, ahol egy új hajtás mérete attól függ, mekkora volt az előző növekedés mérete az elágazás pillanatában (lásd a 8. ábrát). A rendszer így rendkívül „érzékeny” válik: a legkisebb eltérés valamely anyag időtartamában jelentős hatással lenne a darab összes többi anyagára.¹³

¹³ Lásd a zeneszerző ismertetését a *Kairos*-nál 2010-ben megjelent *Liturgia fractal* című CD kísérszövegében.

Commissioned by CDMC de España, Musica Fes: al Strashbourg and Casa de Musica de Porto.

N.B.
Les altérations ne s'appliquent qu'aux notes qu'elles précèdent ainsi qu'aux notes tenues.
Le & n'est utilisé qu'à titre de précaution.

ex. 

a José Luis Gago

ARBORESCENCIAS

CONCERTANTE PARA VIOLÍN SOLISTA Y TRÍO DE CUERDAS

pour quatuor à cordes

Alberto POSADA

(*) Les changements d'archet (tiré-poussé) le plus imperceptible possible.
Changes bow up-bow down as imperceptible as possible.

(**) Indique que les appoggiatures prennent leurs valeurs rythmiques de la note principale.
Indicates that the graces notes will take their value to the next main note.

(***) Double-trills. La note principale sera alternée avec celle(s) entre parenthèses en vibrations rapides et irrégulières.
Double trills. The main note should be alterned with fast and irregular iterations of notes within brackets.

(****) Trémolo le plus rapide possible, en jouant directement sur le chevalet. Uniquement du bruit (pas sur la corde). Étouffer les cordes avec la main gauche.
Tremolo as fast as possible, playing directly on the bridge. Only noise (not on string). Stop the strings with left hand.

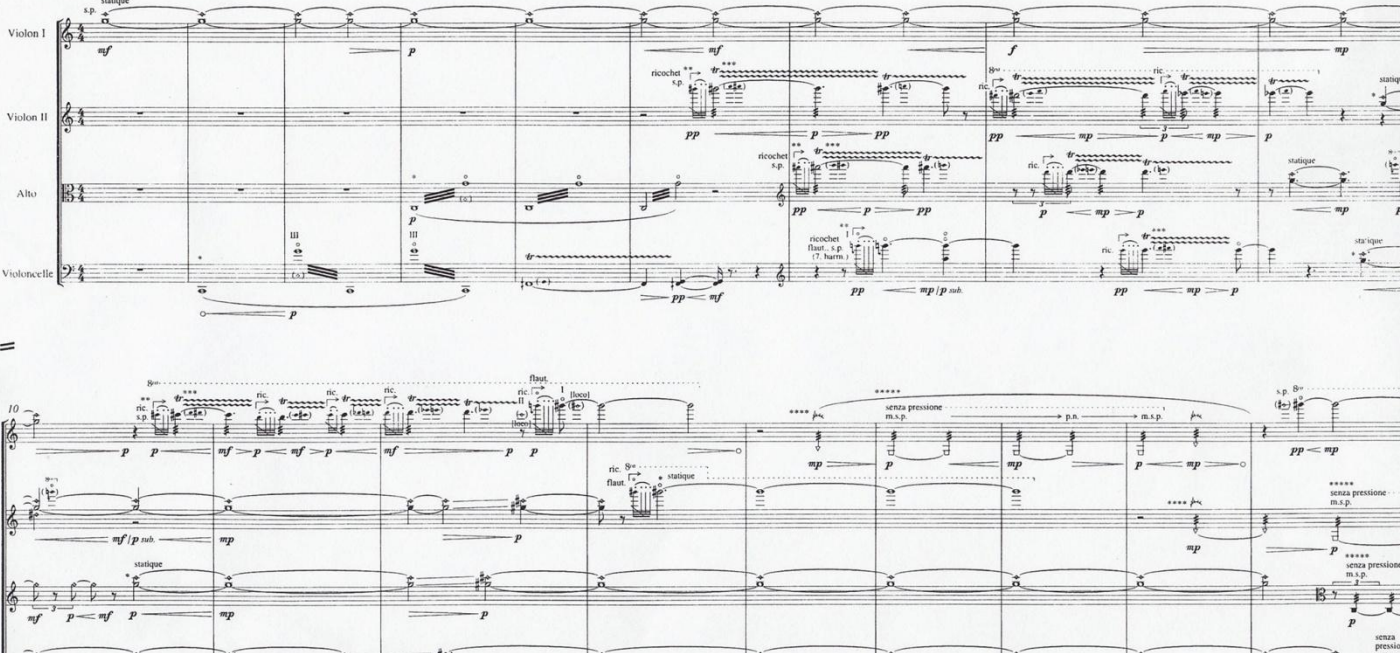
senza pressione
m.s.p.

(*****) Trémolo le plus rapide possible, avec une pression de l'archet extrêmement légère, en jouant sur la corde mais tout près du chevalet (devant le chevalet = molto ponticello). Plus de bruit que de son.
Tremolo as fast as possible with extremely slight pressure of the bow, playing on the string completely next to the bridge (and ahead of him = molto sul ponticello). More noise than sound.

♩ = 60

* statique

s.p.



Összegzőképpen elmondhatjuk, hogy öt zenei példa segítségével kíséreltük meg bemutatni a makrostruktúra új megközelítése felé vezető törekvéseket a kortárs zenében. E megközelítésben a művek megalkotását tudományos vagy elméleti modellek inspirálják. Röviden megismerhettük a spirál, a katasztrófaelmélet, a fraktálgeometria elméleti leírását, a szöveg- és a lélektani elemzésre történő hivatkozásokat, valamint az L-rendszerek megjelenését François-Bernard Mâche, Costin Miereanu, Tristan Murail, Francis Dhomont és Alberto Posadas műveiben. Egyfelől megállapíthatjuk, hogy a tudományos modellek, a különböző elméletek közötti határok az idő előrehaladtával képlékenyebbé válhatnak.¹⁴ Másfelől viszont maguknak a tudományágaknak a fejlődése – illetve azoknak figyelemmel követése a zeneszerzők által – azt is eredményezi, hogy az érintett zenei formák elméletei pontosabban körvonalazódnak és tökéletesebbé válnak.

Ami pedig a zenei jelentés fontos kérdését illeti:¹⁵ fel kell ismernünk, hogy a tudományos elméleteknek a zeneszerzők által történő alkalmazása – látszólag – a zene formalista megközelítését erősíti. Ugyanakkor a tudományokra történő hivatkozások a zenei jelentés új paradigmáját teremtik meg: *az itt felidézett elméletek többsége természeti jelenségekkel kapcsolatos*. E visszatérés a Természet által diktált törvényekhez a közeljövőben feltehetően új „toposzokat”, „invariánsokat”, illetve „jelentetteket” fog teremteni a kortárs zenében. A zenetudomány feladata, hogy éberen figyelje az újszerű kifejezésnek e típusait, amelyekkel a tudományos modellek gazdagítják a zenét.

¹⁴ Lásd például Ivar Ekeland két, huszonkét év különbséggel publikált cikkét a *La Recherche*, illetve a *Nature* című folyóiratban (1977-ben, illetve 1999-ben).

¹⁵ A cikk alapjául szolgáló előadás a 12. Nemzetközi Zenei Jelentés konferencia (ICMS 12 – Leuven, Brüsszel, 2013) keretében hangzott el.

Irodalom

- Arnold, D., Latham, A. és Dunsby, J. (2016). Form. *The Oxford Companion to Music*. Oxford Music Online. Oxford University Press.
<http://www.oxfordmusiconline.com.proxy.bib.ucl.ac.be:8888/subscriber/article/opr/t114/e2624> (utolsó megtekintés: 2016. január 23., jogosultsághoz kötött!).
- Bourgine, P. és Lesne, A. (szerk.) (2006). *Morphogenèse. L'origine des formes*. Paris: Belin.
- Bouligand, Y., Castellengo M. és mások (1994). Les formes de la vie, beszélgetés Yves Bouligannal, lásd *Les sciences de la forme aujourd'hui* (Beszélgetés Emile Noëllel). Seuil/Points: Paris.
- Brockhaus–Riemann (1983). *Zenei lexikon*, lásd Riemann, H. (1882) *Musiklexikon*.
- Changeux, J.-P. (2012). *La vie des formes et les formes de la vie*. Paris: Odile Jacob.
- Diderot, D. és D'Alembert, J. (1751). *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. (Nagy francia enciklopédia). Paris: Briasson.
- Ekeland, I. (1977). La théorie des catastrophes. *La Recherche*, 81(8), 745–754. o.
- Ekeland, I. (1999) Agreeing on strategies. *Nature*, 400, 623–624. o.
- Fagot-Largeault, A. (2012). La forme chez Platon et Aristote. Lásd Changeux, J.-P. (szerk.): *La vie des formes et les formes de la vie* (19–35. o.). Paris: Odile Jacob.
- Giavitto, J.-L. és Spicher. A. (2006). Morphogenèse informatique. Lásd Bourguine, P. és Lesne, A. (szerk.): *Morphogenèse. L'origine des formes* (345–346. o.). Paris: Belin.
- Gleick, J. (1987). *Chaos: Making a New Science*, New York: Viking Penguin. Magyar kiadása: *Káosz – Egy új tudomány születése*, Budapest: Göncöl Kiadó, 2004.
- Goethe, J. W. (1790). *Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären*. Gotha: Ettingersche Buchhandlung; magyar kiadása: *A növények metamorfózisa*. Budapest: Pisztráng Kör, 2005.
- Greimas, A. J. és Courtés, J. (1979). *Sémiotique. Dictionnaire raisonné de la théorie du langage*. Paris: Hachette.
- Guillaume, P. (1937). *La psychologie de la forme*. Paris: Flammarion.
- Mâche, F.-B. (2012). Commentaire sur *Taranis*. Lásd *Cent opus et leurs échos* (292–295. o.). Paris: L'Harmattan.
- Mandelbrot, B. (1975). *Les objets fractals*. Paris: Flammarion.
- Noël, E. (szerk.) (1994). *Les sciences de la forme aujourd'hui*. Paris: Seuil.
- Petitot, J. (1985). *Morphogenèse du sens*. I. köt. Paris: PUF (Presses Universitaires de France).
- Petitot, J. (2004). *Morphologie et esthétique*. Paris: Maisonneuve és Larose.
- Prigogine, I. (1993). *Les lois du chaos*. Paris: Flammarion.
- Prusinkiewicz, P. és Hanan, J. (1989). *Lindenmayer systems, fractals, and plants*. Berlin-New York: Springer Verlag.

- Ricqlès, A. de és Gayon J. (2009). Notion: fonction. Lásd T. Heams, P. Huneman, G. Lecointre és M. Silberstein (szerk.) (2009). *Les Mondes darwiniens: l'évolution de l'évolution* (105–125. o.). Paris: Syllepse.
- Riemann, H. (1882) *Musiklexikon*. Leipzig: Max Hesse. Magyar kiadása: Brockhaus–Riemann Zenei Lexikon, szerk. C. Dahlhaus és H.-H. Eggebrecht, a magyar kiadás szerk. Boronkay Antal, Budapest: Zeneműkiadó, 1983 (I. kötet), 590. o.
- Rix, E. és Formosa, M. (szerk.) (2008). *Vers une sémiotique générale du temps dans les arts*. Sampson: Delatour France et IRCAM.
- Robert, M. (1979). *Seul, comme Franz Kafka*. Paris: Calmann-Lévy.
- Ruyer, R. (1958). *La genèse des formes vivantes*. Paris: Flammarion.
- Sapoval, B. (1997). *Universalités et fractales*. Paris: Flammarion.
- Schoenberg (1967). *Fundamentals of Musical Composition*, London–Boston: Faber and Faber, 1.; magyar kiadása: Schönberg (1971). *A zeneszerzés alapjai*. (Tallián Tibor ford.) Budapest: Zeneműkiadó.
- Souriau, É. (1990). *Vocabulaire d'esthétique*. Paris: PUF (Presses Universitaires de France).
- Souris, A. (1976/1961). Sur quelques termes fondamentaux du vocabulaire musical – Forme. Lásd *Conditions de la musique et autres écrits*. Paris–Bruxelles: CNRS — Éditions de l'Université de Bruxelles. Újrakiadás: *La Lyre à double tranchant* (2000) (248–253. o.). Liège: Mardaga.
- Thompson, D. W. (1917). *On Growth and Form* (francia kiadása *Forme et croissance*, 1994). Cambridge: Cambridge University Press.

(Balázs István fordítása)